

4536

Inv.: Edmund JULIUS

⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 31 42 681 A1

⑤ Int. CL. 3:  
G01V3/165  
G 01 N 27/80  
B 22 D 35/00

② Aktenzeichen: P 31 42 681.6  
② Anmeldetag: 24. 10. 81  
③ Offenlegungstag: 5. 5. 83

⑦ Anmelder:  
Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt, DE

⑦ Erfinder:  
Christmann, Burkhard, Dr.; Weber, Jörg, Dr., 1000 Berlin,  
DE

*Behördeneigentum*

⑥ Wirbelstrommeßeinrichtung für Stranggießanlagen

Für eine Wirbelstrommeßeinrichtung zur Erfassung des flüssigen Metalls oder der flüssigen Nichtmetalle im Gießstrahl besteht die Aufgabe, zuverlässig während des Gießens Aussagen über den Anteil des Metalls oder des Nichtmetalls zu machen. Dies wird dadurch gelöst, daß ein den Strahl umschließendes Zylinderspulen-System (7, 8), mit dem Über das Induzieren von Wirbelströmen im Strahl (5) durch die Wahl einer Meßfrequenz im unteren Längswellenbereich Signale für den Anteil des Metalls oder einer Meßfrequenz im Mittelwellenbereich für den Anteil der Nichtmetalle im Strahl erzeugt werden. Besonderes Anwendungsgebiet ist das Stranggießen von Stahl. (31 42 681)

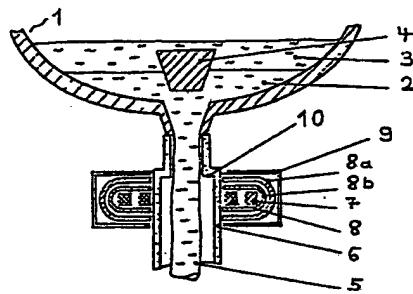


Fig. 1

USPS EXPRESS MAIL  
EV 338 198 385 US  
JULY 24 2003

DE 31 42 681 A1

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
6000 Frankfurt 70

Kronacher/schb  
11.09.81

B 81/64

### Patentansprüche

1. Wirbelstrommeßeinrichtung zur Erfassung des flüssigen Metalls oder der flüssigen Nichtmetalle im Gießstrahl gekennzeichnet durch ein den Strahl umschließendes Zylinderspulensystem (7, 8), mit dem über das Induzieren von Wirbelströmen im Strahl (5) durch die Wahl einer Meßfrequenz im unteren Längswellenbereich Signale für den Anteil des Metalls oder einer Meßfrequenz im Mittelwellenbereich für den Anteil der Nichtmetalle im Strahl erzeugt werden.
2. Wirbelstrommeßeinrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das in einem Generator (11) erzeugte Meßsignal außer dem Zylinderspulensystem (7, 8) über einen Phasenschieber (14) dem einen Eingang eines Mixers (13) zugeführt wird, dem anderen Eingang des Mixers (13) das verstärkte Empfangssignal des Zylinderspulensystems zugeführt wird und das Ausgangssignal

6 24.10.81

3142681

- 2 -

B 81/64

des Mischers zur Meßwertregistrierung und/oder Steuerung des Gießstrahles dient.

3. Wirbelstrommeßeinrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Spulensystem aus einer Spule besteht und daß das Signal aus der Änderung der Impedanz der Spule abgeleitet wird.
4. Wirbelstrommeßeinrichtung nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Signal für den Nichtmetallanteil aus der Änderung des Wirkanteils der Spulenimpedanz abgeleitet wird.
5. Wirbelstrommeßeinrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Spulensystem aus zwei Spulen besteht, wobei die eine (7) zur Felderzeugung und die zweite (8) zum Feldnachweis dient.
6. Wirbelstrommeßeinrichtung nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß als Meßsignal für den Nichtmetallanteil die Änderung des Wirkanteils der in der Nachweisspule induzierten Spannung verwendet wird.
7. Wirbelstrommeßeinrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Spulensystem mit einer elektromagnetischen Abschirmung (8a, 8b) umgeben ist, die eine Öffnung für den Strahldurchlauf enthält.
8. Wirbelstrommeßeinrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen Spulensystem und Strahl ein ein- oder mehrteiliges Schutzrohr aus elektrisch nichtleitendem Material, wie z.B. Keramik (6), befindet.
9. Wirbelstrommeßeinrichtung nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Fläche des Schutzrohres im Bereich des Meßkopfes zwangsgekühlt wird.

10. Wirbelstrommeßeinrichtung nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Schutzrohr sich im Spulenbereich so erweitert, daß die Bildung eines Metallniederschlages auf seiner Innenfläche im Bereich des Spulenfeldes verhindert wird.
11. Wirbelstrommeßeinrichtung nach den Ansprüchen 8 und 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß oberhalb des Spulensystems im Schutzrohr ein den Querschnitt des Rohres verminderner Spritzschutz eingebaut wird.
12. Wirbelstrommeßeinrichtung nach dem Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Spulensystem im Meßkopf zwangsgekühlt wird.
13. Wirbelstrommeßeinrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkopf längs der Richtung des Gießstrahles in zwei Teile trennbar oder aufklappbar ist, so daß der Meßkopf während des Gießprozesses in Meßpositionen an den fließenden Gießstrahl gebracht und auch wieder vom Strahl entfernt werden kann.
14. Wirbelstrommeßeinrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß gleichzeitig mit je einem Spulensystem sowohl der Metall- als auch der Nichtmetallanteil im Gießstrahl erfaßt werden.

B 14-01-60 3142681

NACHGEREICHT

- 4 -

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
6000 Frankfurt 70

Kronacher/schb

B 81/64

### Wirbelstrommeßeinrichtung für Stranggießanlagen

Die Erfindung betrifft eine Wirbelstrommeßeinrichtung zur Erfassung des flüssigen Metalls oder der flüssigen Nichtmetalle im Gießstrahl.

Beim Metallgießen tritt häufig das Problem auf, daß zum Steuern des Gießprozesses der metallische oder der nichtmetallische Anteil am Gießstrahl bestimmt werden muß. Diese Aufgabe kann durch visuelle Beobachtung oder optische Abtastung der Strahlform nicht ausreichend sicher oder gar nicht gelöst werden. Ein Beispiel dafür ist der Zulauf in den Verteiler aus der Pfanne beim Stranggießen von Stahl. Wenn der Stahlvorrat in der Pfanne zur Neige geht, wächst der Anteil der flüssigen Schlacke im Gießstrahl und damit im Verteiler. Dadurch entsteht die Gefahr, daß Schlacke in den Strahl gegossen wird, was stets zu explosionsartig verlaufenden Strangdurchbrüchen führt, die starke Schäden an der Gießanlage zur Folge haben. Daher muß die Verbindung zwischen Pfanne und Verteiler rechtzeitig geschlossen werden, aber auch nicht zu früh, da sonst

die Ausbringverluste zu groß würden. Das Auftreten der Schlacke wird z. Z. durch visuelle Beobachtungen der Änderungen der Lichtemission des Gießstrahles festgestellt. Dieses Verfahren ist nicht ausreichend zuverlässig und gefährdet außerdem das Augenlicht der Beobachter. Es wurde bereits versucht, die Änderung der Lichtemission mit Strahlungspyrometern objektiv zu erfassen. Eine ausreichend betriebssichere Meßanordnung, die auf diesem Verfahren beruht, ist noch nicht bekannt. Zudem hat die Pyrometeranordnung die Nachteile, daß sie durch Beobachtung der Oberfläche prinzipiell nur qualitative Änderungen der Strahlzusammensetzung erfassen kann und ihr Einsatz beim "verdeckten Gießen" Probleme bereitet.

Bekannt ist das Verfahren, mit Durchlaufspulenanordnungen (getrennte Erreger- und Empfängerspule) Durchmesseränderungen von Stangen aus festem Material zu messen (Heptner/Stroppe "Magnetische und magnetinduktive Werkstoffprüfung", Leipzig 1963).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Wirbelstrommeßeinrichtung zur Erfassung des flüssigen Metalls oder der flüssigen Nichtmetalle im Gießstrahl anzugeben, die zuverlässig während des Gießens Aussagen über den Anteil des Metalls oder des Nichtmetalls macht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des vorliegenden Patentanspruchs 1 gelöst.

Bei der genannten Frequenz im Mittelwellenbereich ergibt die Schlacke ein deutliches Signal, das gegenüber dem Metallsignal um über  $45^\circ$  in der Phase verschoben und daher über einen phasenempfindlichen Nachweis vom Metallsignal zu trennen ist. Bei der Frequenz im Längswellenbereich besitzt nur der Metallanteil einen Einfluß auf das Signal; die Schlacke wirkt wie ein Isolator. Das Spulensystem kann aus einer Spule bestehen, wobei das Signal aus der Änderung der Impedanz der Spule abgeleitet wird. Das Signal für den Nichtmetallanteil

kann dabei aus der Änderung des Wirkanteils der Spulenimpedanz h rgeleitet werden.

Das Spulensystem kann auch aus zwei Spulen bestehen, wobei die eine zur Felderzeugung und die zweite zum Feldnachweis dient. Dabei wird als Meßsignal für den Nichtmetallanteil die Änderung des Wirkanteils der in der Nachweisspule induzierten Spannung verwendet.

Es können auch gleichzeitig mit je einem Spulensystem sowohl der Metall- als auch der Nichtmetallanteil im Gießstrahl erfaßt werden.

Die Wirbelstrommeßeinrichtung gemäß der Erfindung wird im nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel an Hand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigt die Fig. 1 den Aufbau eines aus zwei Zylinderspulen bestehenden Meßkopfes und die Fig. 2 eine Einrichtung zur Auswertung der Meßsignale.

In der Fig. 1 ist der Aufbau eines aus zwei Zylinderspulen bestehenden Meßkopfes dargestellt. Mit 1 ist eine Gießpfanne bezeichnet, in der sich Stahl 2 und darüber Schlacke 3 befindet. Ein Stopfen 4 dient zum Verschluß der Pfanne. Der Gießstrahl ist mit 5 bezeichnet; dieser läuft in Pfeilrichtung durch ein an die Pfanne angesetztes, elektrisch nicht leitendes Schutzrohr, etwa Keramikrohr 6, hindurch.

Das Keramikrohr ist von einer zylinderförmigen Erregersspule 7 und, weiter innen liegend, von einer ebenfalls zylinderförmigen Nachweisspule 8 umgeben.

Das Spulensystem ist von einer elektromagnetischen Abschirmung 8a, 8b umgeben, die zum Strahl hin geöffnet ist. Die Abschirmung begrenzt das Spulenfeld und erlaubt deshalb einen Einsatz in unmittelbarer Nähe von elektrisch leitenden oder ferromagnetischen Anlagenbauteilen. Sie schützt weiterhin

gegen elektromagnetische Störstrahlung.

Das Meßkopfgehäuse 9 ist staubdicht gegen die Umgebung abgeschlossen.

Das Schutzrohr 6 erweitert sich im Spulenbereich so, daß die Bildung eines Metallniederschlages auf seiner Innenfläche im Bereich des Spulenfeldes verhindert wird (Erweiterung 10). Stattdessen kann auch oberhalb des Spulensystems im Schutzrohr ein den Querschnitt des Rohres vermindernder Spritzschutz eingebaut sein.

In den Fällen, bei denen die Wärmeisolation des Schutzrohres nicht ausreicht, ist eine Zwangskühlung der Außenfläche des Schutzrohres im Spulenbereich vorgesehen.

Bei Gießstrahlen mit hohen Temperaturen oder großem Durchmesser wird eine direkte Zwangskühlung der Spulen vorgenommen.

Der Meßkopf kann längs der Richtung des Gießstrahles trennbar oder aufklappbar aufgebaut sein, so daß der Meßkopf während des Gießprozesses in Meßpositionen an den fließenden Gießstrahl gebracht und auch wieder vom Strahl entfernt werden kann.

Eine Einrichtung zur Auswertung des Meßsignals zeigt die Fig. 2. In dieser Figur ist wie in Fig. 1 der Gießstrahl mit 5, das Schutzrohr mit 6, die Erregerspule mit 7 und die Nachweisspule mit 8 bezeichnet. Ein Generator 11 speist die Erregerspule 7, wodurch ein magnetisches Wechselfeld erzeugt wird, das Wirbelströme im Gießstrahl 5 induziert. Die Änderungen des magnetischen Wechselfeldes durch die Wirbelstromanregungen werden mit der Nachweisspule 8 detektiert. Die in die Nachweisspule induzierte Spannung wird nach Verstärkung mit dem Verstärker 12 auf den einen Eingang eines Mischers 13 gegeben. Auf den zweiten Eingang des Mischers wird eine von Generator 11 abgenommene Span-

3142681

- 8 -

B 81/64

nung mit einer mit Hilfe eines Phasenschiebers 14 definiert eingestellten Phase eingespeist. Das Ausgangssignal des Mischers wird einer Steuerung 15 zugeführt, mit der der Ausfluß aus der Pfanne gesteuert wird. Zur Erfassung des flüssigen Stahls wird durch den Generator 11 eine im Längswellenbereich liegende Frequenz erzeugt; für den Nachweis von Schlacke hingegen wird eine Frequenz im Mittelwellenbereich benutzt. Bei der Messung ergibt sich, daß das bei Schlacke erzeugte Empfangssignal um  $45^{\circ}$  gegenüber dem Stahl-Empfangssignal in der Phase verschoben ist; es ist daher bei entsprechender Phasenverschiebung durch den Phasenschieber 14 von dem Stahl-Empfangssignal trennbar.

B 24-10-01 A  
3142681

-9-  
Nummer:  
Int. Cl.<sup>3</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenl gungstag:

3142681  
G01V3/165  
24. Okt ber 1981  
5. Mai 1983

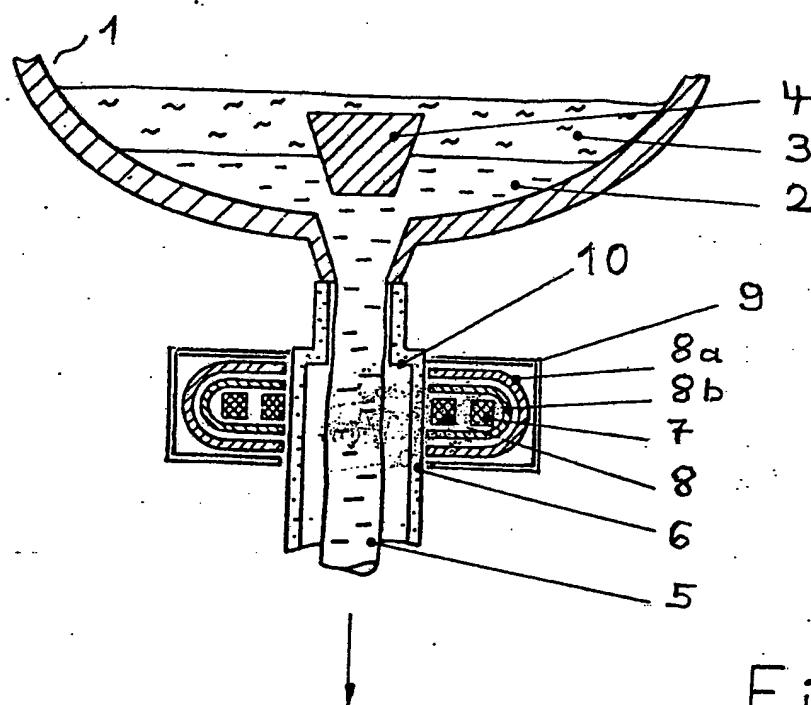


Fig. 1

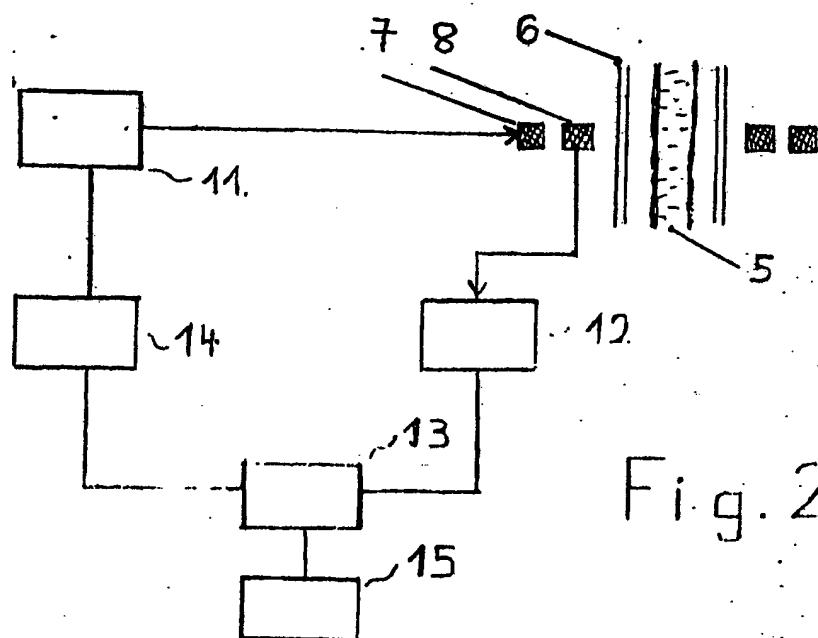


Fig. 2